



English version
Annuaire
Plan du site

Prof. Luc Abbadie, *Directeur du laboratoire*

Laboratoire "Biogéochimie et écologie des milieux continentaux"
Site de l'École normale supérieure
46 rue d'Ulm
75230 Paris cedex 05

luc.abbadie<at>ens.fr
Tél. : 01.44.32.37.00
Fax : 01.44.32.38.85

- Equipe de recherche
- Mots-clés
- Thèmes de recherche
- Publications

Equipe de recherche

Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes

Mots-clés

Ecosystèmes tropicaux, savane, graminées tropicales, sol, interface sol-plante, azote, carbone, stockage et déstockage du carbone, minéralisation de l'azote, nitrification, structures spatiales et processus du sol, relations herbe-arbre, cycle de l'azote à l'échelle de l'écosystème.

Thèmes de recherche

Mes travaux de recherche se situent à l'interface sol-plante et portent sur la dynamique des nutriments: origine des nutriments, mécanismes d'accumulation, mécanismes de libération, stratégies d'acquisition par les plantes.

Au cours de ma thèse et des années qui ont immédiatement suivi, j'ai surtout développé des approches quantitatives sur l'azote, puis sur le carbone.

Très rapidement, je suis passé à une vision plus mécaniste de la bio-géochimie, ce qui m'a progressivement conduit à centrer mon attention sur l'identification et l'analyse des impacts d'un certain nombre d'espèces sur les processus microbiens de production des éléments minéraux dans le sol. En d'autres termes, je me suis focalisé sur la dimension "bio" des cycles bio-géochimiques, en utilisant un modèle privilégié, celui de la savane de Lamto en Côte d'Ivoire. Le recours à cet écosystème modèle m'a permis, d'une part, de m'associer à un ensemble de collaborateurs soucieux de lier structure, fonctionnement et dynamique de l'écosystème et, de l'autre, d'aboutir à une appréhension plus générique, plus théorique, des liens entre biodiversité et dynamique des cycles biogéochimiques.

Aujourd'hui, je me concentre sur l'analyse des cycles de matière à la lumière des concepts fondamentaux de l'écologie, en portant une attention particulière aux stratégies adaptatives mises en oeuvre par certaines espèces pour le contrôle de l'environnement physique. Les points que j'aborde actuellement dans le cadre de l'équipe "Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes" de l'UMR 7625 se rattachent à quatre domaines scientifiques: les réseaux d'interactions entre espèces, le couplage des cycles matériels, les couplages entre démographie et cycles biogéochimiques et la dimension spatiale du fonctionnement et de la dynamique des écosystèmes.

Réseaux d'interactions

L'analyse des interactions entre organismes est au coeur de l'écologie. Une partie de mes travaux s'inscrit dans ce domaine, en particulier ceux consacrés à la dynamique de la nitrification en savane. J'ai notamment montré que l'activité des microorganismes nitrifiants était directement contrôlée par les racines de graminées dominantes, très probablement via l'exsudation de

composés à effet allélopathique.

Des travaux préliminaires ont été entrepris pour identifier ces composés sur des germinations et sur des plantes adultes. Il est en effet probable que la capacité de production de ces composés varie fortement avec l'âge des plantes, compte tenu de son coût énergétique. La quantification de l'effet de ces composés sur l'activité (collaboration avec Robert Lensi, CEFÉ Montpellier et Jean-Christophe Lata, Université d'Orsay) et la diversité (collaboration avec Valérie Degrange, Université de Lyon) des nitrifiants sera prochainement évaluée en conditions contrôlées.

De plus, une campagne de terrain programmée en 2004 permettra de lier la distribution spatiale de la nitrification à celle de la dénitrification (collaboration avec Robert Lensi, CEFÉ Montpellier). Cette étape ouvrira la voie pour comprendre la variabilité spatiale de l'émission des gaz à effet de serre NO et N₂O en savanes africaines.

Couplage des cycles matériels

A partir d'une étude exhaustive de la bibliographie, une hypothèse originale a été énoncée sur la stimulation de la minéralisation de la matière organique du sol par l'apport de matière organique fraîche, processus connu sous le nom de priming effect.

Cette hypothèse repose pour l'essentiel sur une compétition entre microorganismes r et microorganismes K pour l'accès au carbone "frais", compétition qui est modulée par la disponibilité de l'azote du sol. Elle a été validée par une expérience en microcosme (collaboration avec André Mariotti de l'Université Paris 6 et Sébastien Fontaine de l'INRA Clermont-Ferrand). Cette expérience a également mis en évidence de façon indiscutable l'importance quantitative du priming effect dans les sols pauvres puisqu'un bilan négatif en carbone a été obtenu.

Plus récemment, il a été possible de montrer au moyen d'une autre expérience en microcosmes sur les sols de la Brousse tigrée du Niger, que l'intensité du priming effect était aussi sous la dépendance de la quantité et la qualité de la matière organique (travaux de Pierre Barré, collaboration avec André Mariotti).

Il est donc maintenant envisageable de renouveler les bases conceptuelles du priming effect en abordant sa régulation à travers les interactions carbone-azote. Dans cette optique, une nouvelle version du modèle SOMKO (dynamique de la minéralisation du carbone et de l'azote dans le sol) est en cours de mise au point (thèses de Cathy Neill et Pierre Barré, collaboration avec Jacques Gignoux de l'ENS-CNRS Paris et Sébastien Fontaine). Cette version permet de réaliser des expériences virtuelles en parallèle aux expériences réelles et aide à identifier et à quantifier certains traits d'histoire de vie des microorganismes du sol, pertinents pour la compréhension des dynamiques à court et long termes de la matière organique du sol.

Quant à "l'expression terrain" du priming effect, elle est abordée par la mesure de l'intensité du priming effect entraîné par des substrats naturels comme les débris de feuilles et de racines ou certaines molécules exsudées par les plantes. Ces mesures sont effectuées sur des échantillons prélevés en savane (programme Globalsav), mais ils sont aussi intégrés dans le programme de biogéochimie du carbone et de l'azote développés sur l'Observatoire de Recherche en Environnement sur les prairies, dirigé par Gilles Lemaire (INRA de Lusignan).

Dimension spatiale des cycles biogéochimiques

La conservation et le temps de résidence des nutriments dans le système sol-plante dépendent, entre autres, de l'efficacité de l'absorption des nutriments par les racines, elle-même fonction de la distribution dans l'espace des racines et de leurs caractéristiques physiologiques (vitesse d'absorption des ions, surface spécifique des racines). Ces dernières diffèrent entre les herbes et les arbres. De ce fait, il est très probable que la variabilité spatiale de la nitrification est en partie dépendante de l'équilibre herbe arbre au niveau des systèmes racinaires, en particulier dans les systèmes sub-arides où ne semble pas exister de processus actif d'inhibition de la nitrification.

Une étude de la variabilité spatiale de la nitrification en fonction de la distribution des racines des herbes et des arbres précisera ce point et, plus généralement, soulignera le rôle que jouent les arbres sur la nitrification (rôle qui semble strictement opposé à celui des herbes; collaboration avec Robert Lensi, Jean-Christophe Lata, et André Mariotti).

Par ailleurs, mes travaux antérieurs sur la composition isotopique de l'azote dans les graminées de la savane de Lamto permettent d'interpréter ce type de couvert comme un système de captation et d'accumulation des nutriments, en liaison directe avec l'architecture des systèmes racinaires. Afin de généraliser les résultats acquis, un modèle mathématique est en cours de développement (collaboration avec Jacques Gignoux) afin de lier la distribution spatiale des racines aux autres processus majeurs du cycle des nutriments dans le sol (décomposition des racines mortes, priming effect, minéralisation de la matière organique des sols, vitesse d'absorption, fixation non symbiotique d'azote). L'objectif est de déterminer la meilleure distribution des racines pour une maximisation de la conservation des nutriments en fonction d'un jeu de contraintes (intensité du feu, distribution temporelle des pluies, qualité de la matière organique des sols, intensité de l'exsudation racinaire).

Couplage démographie-biogéochimie

La dynamique du carbone, de l'azote et des autres nutriments dans le sol et, plus généralement, dans l'écosystème, est très étroitement dépendante de la dynamique de la végétation, et réciproquement. La distribution spatiale des végétaux, certains aspects de leur physiologie et leur fonctionnement démographique conditionnent les processus d'accumulation et de minéralisation du carbone et de l'azote dans les sols. Mes travaux portent sur le lien statistique qui peut être établi entre la teneur du sol en carbone et l'allocation du carbone photosynthétique et de l'azote entre les parties aériennes et souterraines des plantes. Je développe également une approche plus mécaniste en cherchant à relier les caractéristiques de la production souterraine à d'autres aspects de la physiologie de la plante ou de son environnement, comme l'intensité de la photosynthèse, l'allocation à la reproduction, l'architecture végétale, la réponse aux contraintes hydriques, la réponse aux contraintes nutritives, les effets de l'herbivorie (à l'échelle individuelle et collective). Ces travaux sont en cours de développement et ont pour objectif de mieux comprendre les liens entre la dynamique de la végétation et la dynamique des cycles biogéochimiques.

(collaboration avec Jacques Gignoux notamment). J'analyse enfin l'importance du priming effect lors de la mise en place d'une plante en tentant de répondre à deux questions: Quelle place prend le priming effect, stimulé ou non par la plante, lors de l'établissement d'un individu ? Quelle place prend le priming effect lors de la mobilisation de ressources supplémentaires en nutriments lors de l'établissement d'une couverture ligneuse sur une couverture herbacée ? Pour l'échelle individuelle, j'aborde ces questions par des approches expérimentales sur des espèces de savane en collaboration avec Jacques Gignoux, Patrick Bourgeron (chaire Blaise Pascal) et Tim Seastedt (Université du Colorado), et sur des contacts forêt-savane (en Guyane française) ou forêt-prairie (dans le Colorado) pour l'échelle du couvert (thèse de Pierre Barré).

[Imprimer la page](#)

